

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель Министра

Р.А. Часнойть

« ____ » _____ 2008г.

Регистрационный № 048-0508

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГЛОЩЕННЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ
ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЖИТЕЛЕЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
инструкция по применению

Учреждение-разработчик:

Государственное учреждение “Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека”

Государственное учреждение образования “Белорусская медицинская академия последипломного образования”

Авторы: канд. биол. наук, старший научный сотрудник В.Ф. Миненко,
канд. биол. наук, доцент Н.Г. Власова.

Гомель 2008

Показания к применению:

Инструкция предназначена для использования специалистами учреждений и организаций Министерства здравоохранения, в сферу ответственности которых входит подготовка необходимых исходных данных и выполнение расчетов средних по возрастным группам доз облучения ЩЖ жителей НП.

Описание технологии использования способа

Предлагается инструкция определения поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь, а именно, внесенные изменения числовых значений параметров радиологической модели реконструкции поглощённых доз облучения щитовидной железы методических указаний (МУ) “Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь”, Минск, 2003.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая Инструкция определяет принятые в дозиметрической модели допущения, требования к исходным данным и процедуру расчета поглощенной дозы облучения щитовидной железы (ЩЖ) жителей населенных пунктов Республики Беларусь в «йодный» период чернобыльской аварии (апрель-июнь 1986 г.).

1.2 Согласно Инструкции значения поглощенной дозы в ЩЖ могут быть определены для каждого населённого пункта (НП) Республики Беларусь, так как вся территория Беларуси подверглась воздействию радиоактивного йода (преимущественно йода-131) в результате аварии на ЧАЭС.

1.3 Инструкция разработана с целью оценки дозы облучения от йода-131 "чернобыльского" происхождения для 6 возрастных групп населения, проживавшего безвыездно в конкретном НП в «йодный» период (апрель-июнь 1986 г.).

2 ПРИНЯТЫЕ ДОПУЩЕНИЯ

2.1 Население каждого НП подразделяется на 6 возрастных групп согласно [1]:

- 1 группа - лица в возрасте от 0 до 1 года,
- 2 группа - лица в возрасте от 1 года до 2 лет,
- 3 группа - лица в возрасте от 2 до 7 лет,
- 4 группа - лица в возрасте от 7 до 12 лет,
- 5 группа - лица в возрасте от 12 до 17 лет,
- 6 группа - лица в возрасте старше 17 лет.

2.2 Доза облучения ЩЖ формируется за счет внутреннего облучения инкорпорированного в организме йода-131.

2.3 Реализуются только два пути поступления йода-131 в организм человека: ингаляционный (поступление радионуклидов с вдыхаемым воздухом) и пероральный (поступление радионуклидов с пищей).

2.4 Источниками перорального поступления йода-131 в организм представителей названных возрастных групп приняты: молоко (коровье, грудное), молочные продукты и листовые овощи.

2.5 По особенностям перорального поступления йода-131 в организм человека выделяются 2 типа НП: городские и сельские. Для жителей НП городского типа источником поступления продуктов питания является магазин, для жителей сельских НП - личное хозяйство (местное производство).

2.6 Поступление ^{131}I в ЩЖ ингаляционным путем происходило только в период нахождения радиоактивного облака над территорией НП. Ингаляционное поступления ^{131}I в ЩЖ за счет вторичного подъема выпавшего ^{131}I не учитывается в виду его незначительности по сравнению с поступлением от облака [2].

2.7 На территории Беларуси реализовывались радиоактивные выпадения «мокрого», «сухого» и «смешанного» типов.

2.8 Поверхностное загрязнение листовых овощей йодом-131 - основной путь радиоактивного загрязнения. Корневой путь поступления ^{131}I не рассматривается в виду его незначительности в йодный период [2].

2.9 Величина поглощенной дозы в ЩЖ для представителя любой возрастной группы определяется как центральная оценка, т.е. рассчитывается на основе средних параметров для соответствующего типа распределения значений исходных параметров.

2.10 Значения массы ЩЖ и биологического периода полувыведения йода-131 из ЩЖ для представителей каждой возрастной группы взяты в соответствии с Публикацией 56 МКРЗ [1] (табл. А.1 Приложения А).

2.11 Средние геометрические оценки величин потребления молока, молочных продуктов и листовых овощей для каждой возрастной группы, полученные по результатам опросов нескольких тысяч городских и сельских жителей, проживающих на территориях радиоактивного загрязнения, распространяются на все НП Беларуси [3] (табл. А.2-А.4 Приложения А).

2.12 Значения скорости легочной вентиляции для представителей каждой возрастной группы взяты согласно [4, 5] (табл. А.1 Приложения А).

2.13 Любые защитные меры, направленные на снижение поступления радионуклидов йода в организм человека, во внимание не принимаются.

2.14 По динамике выпадений и радиоэкологическим особенностям территория Беларуси подразделяется на 10 регионов на основе данных [6, 7] (табл. А.5-А.6 Приложения А).

3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ ДАННЫМ

3.1. Для расчета поглощенной дозы облучения ЩЖ конкретной возрастной группы жителей НП используются следующие данные:

- 3.1.1 дата начала выпадения радионуклидов йода на территории НП;
- 3.1.2 динамика суточных выпадений йода-131 на территории НП;
- 3.1.3 интеграл выпадений йода-131 на территорию данного НП, приведенный к 26.04.86 г., либо интеграл выпадений цезия-137 на территорию НП, приведенный к той же дате;
- 3.1.4 отношение интеграла выпадений йода-131 к интегралу выпадений цезия-137 для данного НП, приведенное к 26.04.86 г.;
- 3.1.5 дата начала выпаса коров в данной местности;
- 3.1.6 урожайность травы в период максимальных выпадений йода-131;
- 3.1.7 тип НП (городской или сельский).

Официальными источниками названной информации для конкретных НП и территорий по пп. 3.1.1-3.1.4 является Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды по пп. 3.1.5, 3.1.6 - органы исполнительной власти на местах, по п. 3.1.7 – Министерство статистики Республики Беларусь.

3.2 При отсутствии сведений, относящихся к пп. 3.1.1 – 3.1.3 для любого НП, в качестве исходной информации используются сведения для региона выпадений, к которому относится НП. Региональные значения представлены в таблице А.5.

3.3 При отсутствии сведений, относящихся к пп. 3.1.5 - 3.1.6 для любого НП, в качестве исходной информации используются сведения для района, к которому относится НП. Районные значения представлены в таблице А.6.

3.4 По условиям потребления молока, молочных продуктов и листовых овощей в апреле-июне 1986 г. поселки городского типа с количеством жителей менее 6000 человек на 1986 г. относятся к сельским НП.

3.5 Допущения, изложенные в разделе 2, распространяются на все НП Беларуси.

4. РАСЧЕТ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЩЖ

4.1 В модели расчета доз облучения ЩЖ учитывается следующая последовательность событий:

выпадение радионуклидов йода на территорию НП,
радиоактивное загрязнение окружающей среды,
поступление радионуклидов йода в ЩЖ человека,
формирование дозы облучения ЩЖ.

4.2 Доза внутреннего облучения ЩЖ йодом-131 за период времени ΔT определяется следующим выражением:

$$D_a = \frac{E_{th}}{m_a} \cdot Q_a, \quad (4.1)$$

где D_a - доза облучения ЩЖ представителя возрастной группы a за ΔT дней, Гр;

E_{th} - средняя энергия, поглощаемая в ЩЖ на распад ^{131}I , Дж·распад $^{-1}$;

m_a - масса ЩЖ представителя возрастной группы a , кг;

Q_a - количество распадов ^{131}I в ЩЖ за период времени ΔT , распад;

a - индекс, обозначающий возрастную группу.

Значения E_{th} принимается равным $3.52 \cdot 10^{-14}$ Дж·расп⁻¹ для всех возрастных групп исходя из [8].

4.3. Полное количество распадов ^{131}I в ЩЖ представителя возрастной группы a за период времени $\Delta T = t_n - t_0$ вычисляется путем интегрирования активности ^{131}I в ЩЖ за названный период времени:

$$Q_a = 8.64 \cdot 10^4 \cdot \int_{t_0}^{t_n} A_a(t) dt, \quad (4.2)$$

где $8.64 \cdot 10^4$ – пересчетный множитель, с сут⁻¹;

$A_a(t)$ – активность ^{131}I в ЩЖ в момент времени t , Бк;

t_0 – время начала выпадений ^{131}I в НП, сут;

t_n – время окончания йодного периода в НП, сут;

t – переменная интегрирования, сут.

Отсчет времени ведется в сутках от 26.04.86 г. Величина ΔT равна 70 сут.

4.4. Активность ^{131}I в ЩЖ в момент времени t определяется процессами поступления и выведения радионуклида:

$$A_a(t) = \int_{t_0}^t IF_a(t) \cdot RF_a(t - \tau) \cdot dt, \quad (4.3)$$

где $IF_a(t)$ – функция, описывающая поступление ^{131}I в ЩЖ представителя возрастной группы a , Бк сут⁻¹;

$RF_a(t - \tau)$ – безразмерная функция выведения ^{131}I из ЩЖ;

t – переменная интегрирования, сут.

4.5 Функция выведения ^{131}I из ЩЖ принимается одинаковой для всех возрастных групп и определяется следующим выражением согласно [1, 2]:

$$RF_a(t) = e^{-\lambda_{th} t}, \quad (4.4)$$

где $\lambda_{tha} = \lambda_{ba} + \lambda_r$ – эффективная постоянная полувыведения ^{131}I из ЩЖ представителя возрастной группы a , сут $^{-1}$;

λ_{ba} – биологическая постоянная полувыведения ^{131}I из ЩЖ представителя возрастной группы a , сут $^{-1}$;

λ_r – постоянная радиоактивного распада ^{131}I , сут $^{-1}$.

4.6 В соответствии с принятыми допущениями, поступление ^{131}I в ЩЖ может осуществляться следующими путями:

- ингаляционное поступление;
- поступление с коровьим или с грудным молоком;
- поступление с молочными продуктами;
- поступление с листовыми овощами, т.е.

$$IF_a(t) = IF_{ma}(t) + IF_{mpa}(t) + IF_{va}(t) + IF_{ia}(t), \quad (4.5)$$

где $IF_{ma}(t)$ – функция, описывающая поступление ^{131}I в ЩЖ с молоком, Бк сут $^{-1}$;

$IF_{mpa}(t)$ – функция, описывающая поступление ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами, Бк сут $^{-1}$;

$IF_{va}(t)$ – функция, описывающая поступление ^{131}I в ЩЖ с листовыми овощами, Бк сут $^{-1}$;

$IF_{ia}(t)$ – функция, описывающая поступление ^{131}I в ЩЖ ингаляционным путем, Бк сут $^{-1}$.

5 РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЯ ЙОДА-131 В ЩЖ ИНГАЛЯЦИОННЫМ ПУТЕМ

5.1 Поступление ^{131}I в ЩЖ ингаляционным путем определяется следующим выражением:

$$IF_{ia}(t) = K_l \cdot K_b \cdot C_l(t) \cdot V_{ia}, \quad (5.1)$$

где $IF_{ia}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в ЩЖ представителя возрастной группы a ингаляционным путем в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;
 $C_i(t)$ – концентрация ^{131}I в воздухе в момент времени t , Бк м $^{-3}$;
 V_{ia} – интенсивность дыхания представителя возрастной группы a , м 3 сут $^{-1}$;
 K_l – безразмерный коэффициент перехода ^{131}I из воздуха в кровь, $K_l = 0.7/9$;
 K_b – безразмерный коэффициент перехода ^{131}I из крови в ЩЖ, $K_b = 0.3$ [1].

5.2 Поскольку для подавляющего большинства НП Беларуси данные о концентрации в воздухе йода-131 в период прохождения радиоактивных облаков отсутствуют, то для всех НП концентрация ^{131}I в воздухе в день t вычисляется следующим образом:

$$C_i(t) = \frac{GD(t)}{V_T}, \quad (5.2)$$

где $GD(t)$ – количество ^{131}I , выпавшего на поверхность почвы и травы в момент времени t , кБк м $^{-2}$ сут $^{-1}$;
 V_T – эффективная скорость осаждения ^{131}I из радиоактивного облака на поверхность почвы, м сут $^{-1}$. $V_T = 600$ м сут $^{-1}$ для всех типов выпадений, обобщенная по всем формам (аэрозоли, элементарный йод, органические формы) [9-12].

5.3 Количество ^{131}I , выпавшего на поверхность почвы и травы в день t , вычисляется следующим образом:

$$GD(t) = \sum_i \frac{\eta(t)}{\eta(t) \cdot e^{\lambda_r(t-t_0)}} \cdot GD_i \quad \text{или} \quad GD(t) = \sum_i \frac{\eta(t)}{\eta(t) \cdot e^{\lambda_r(t-t_0)}} \cdot R \cdot GD_{CS} \quad (5.3)$$

где GD_I – интегральное количество ^{131}I , выпавшее на поверхность почвы и травы в НП, приведенное к 26.04.86 г., кБк м⁻²;

$\eta(t)$ – доля общего количества выпадений, приходящаяся на день t , сут⁻¹;

λ_r – постоянная радиоактивного распада ^{131}I , равная 0.0862 сут⁻¹;

$t_0 = 1$ – начало отсчета дней выпадений соответствующее 26.04.86г., сут;

R – отношение интеграла выпадений йода-131 к интегралу выпадений цезия-137 для данного НП, приведенное к 26.04.86 г.;

GD_{Cs} – интегральное количество ^{137}Cs , выпавшее на поверхность почвы и травы в НП, приведенное к 26.04.86 г., кБк м⁻².

5.4 Количество воздуха, вдыхаемого представителем возрастной группы a в момент времени t , принято постоянным в течение суток и не зависящим от типа НП, в котором проживают люди.

6 РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЯ ЙОДА-131В ЩЖ ПЕРОРАЛЬНЫМ ПУТЕМ

В соответствии с принятыми допущениями источниками перорального поступления йода-131 в организм представителя возрастной группы a являются: молоко (прежде всего коровье), молочные продукты и листовые овощи.

Ведущими источниками поступления ^{131}I в молоко выступают свежая трава, потребляемая коровой во время выпаса, и почва, съедаемая животным вместе с травой. Другие источники поступления ^{131}I в молоко незначительны. Количество ^{131}I , поступившего в организм коровы с травой в момент времени t , зависит от количества съедаемого корма и его загрязненности:

$$A_{gr}(t) = C_{gr}(t) \cdot I_{gr}, \quad (6.1)$$

где $A_{gr}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в организм животного со свежей пастбищной травой в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;

$C_{gr}(t)$ – концентрация ^{131}I в свежей траве, Бк кг $^{-1}$;

I_{gr} – количество пастбищной травы, съедаемое коровой, кг сут $^{-1}$;

r – индекс, обозначающий принадлежность к региону.

В приложении А (таблица А.6) представлены согласно [7] центральные оценки количества свежей пастбищной травы, которое съедали коровы в разных регионах Беларуси в йодный период 1986 г.

Концентрация ^{131}I в свежей пастбищной траве в условиях многократных выпадений описывается следующим выражением:

$$C_{gr}(t) = \int_{t_0}^t \frac{f_{ir}}{Y_r} \cdot GD(\tau) \cdot \exp(-\lambda_g(t-\tau)) \cdot d\tau, \quad (6.2)$$

где $GD(\tau)$ – количество ^{131}I , выпавшего на поверхность почвы и травы в день τ , Бк м $^{-2}$ сут $^{-1}$;

f_{ir} – коэффициент задержки ^{131}I травой, отн.ед.,

Y_r – урожайность свежей пастбищной травы, кг м $^{-2}$;

λ_g – эффективная постоянная очистки травы от радионуклида за счет выветривания, роста травы и распада ^{131}I , сут $^{-1}$.

Оценки урожайности пастбищной травы для разных регионов Беларуси в йодный период 1986 г. представлены в приложении А (табл. А.6).

Величина f_{ir} зависит от погодных условий, типа и формы выпадений, сорбционных свойств поверхности и урожайности листовой зелени.

В то же время удовлетворительное описание данных содержания радионуклидов йода-131 в траве для чернобыльских выпадений в Беларуси дает эмпирическое выражение [12]:

$$f_{ir} = 0.7 \cdot \frac{R^{0.38}}{GD_{Cs}^{0.49}}, \quad (6.3)$$

где f_{ir} - коэффициент задержки ^{131}I травой, отн.ед.;

R – отношение интеграла выпадений йода-131 к интегралу выпадений цезия-137 для данного НП, приведенное к 26.04.86 г.;

GD_{Cs} – интегральное количество ^{137}Cs , выпавшего на поверхность почвы и травы в НП, кБк м⁻².

В случаях, когда оценка коэффициента задержки выполняется для территорий с уровнем загрязнения по ^{137}Cs менее 10 - 15 кБк/м², расчетная величина может оказаться больше 1. В подобных ситуациях следует значение коэффициента задержки принять равным 1.

В случаях, когда оценка коэффициента задержки выполняется для территорий с уровнем загрязнения по ^{137}Cs более 30 МБк/м², рассчитанное значение коэффициента задержки может оказаться < 0.01. В подобных ситуациях значение коэффициента задержки следует принять равным 0.01.

Для всех регионов Беларуси величина λ_g принята равной 0,15 сут⁻¹[13].

Переход ^{131}I из свежей пастбищной травы в коровье молоко описывается следующим уравнением:

$$C_{mg}(t) = TF_m \cdot \int_{t'_0}^t A_{gr}(t) \cdot \lambda_b \cdot \exp(-(\lambda_b + \lambda_g) \cdot (t - \tau)) \cdot dt, \quad (6.4)$$

где TF_m - коэффициент перехода ^{131}I из корма коровы в молоко, сут л⁻¹;

t'_0 – время начала пастбищного сезона в НП. (Если выпас скота в НП начался до начала радиоактивных выпадений, то $t'_0 = t_0$), сут;

λ_b – биологическая постоянная полувыведения ^{131}I из молока в организме коровы, сут⁻¹.

Для всех регионов Беларуси коэффициент перехода ^{131}I из корма коровы в молоко (TF_m) принят $3 \cdot 10^{-3}$ сут л⁻¹, а значение $\lambda_b = 1.0$ сут⁻¹ [13].

Вместе с пастбищной травой в организм коровы попадает почва, количество которой (I_{er}) составляет около 1% от количества съеданной травы [7], т.е. $I_{er} = 0.01 I_{gr}$. Поэтому

$$A_{er}(t) = C_{er}(t) \cdot 0.01 \cdot I_{gr}, \quad (6.5)$$

где $A_{er}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в организм животного с почвой в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;

$C_{er}(t)$ – концентрация ^{131}I в почве, Бк кг $^{-1}$.

Концентрация ^{131}I в почве в момент времени t для многократных выпадений описывается следующим выражением:

$$C_{er}(t) = \int_{t_0}^t \frac{1 - f_r}{Y_e} \cdot GD(t) \cdot \exp(-\lambda_r \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau, \quad (6.6)$$

где Y_e – масса загрязненной почвы на единицу площади пастбища, кг м $^{-2}$.

Для всех регионов Беларуси принимается $Y_e = 1.0$ кг м $^{-2}$.

Переход ^{131}I из почвы, съеданной коровой, в молоко описывается следующим уравнением:

$$C_{mc}(t) = TF_m \cdot \lambda_b \cdot \int_{t_0}^t A_{er}(\tau) \cdot \exp(-(\lambda_b + \lambda_r) \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau. \quad (6.7)$$

В соответствии с уравнениями (6.4) и (6.7) переход ^{131}I из свежей пастбищной травы и почвы в коровье молоко описывается так:

$$C_m(t) = C_{mg}(t) + C_{mc}(t). \quad (6.8)$$

Содержание ^{131}I в зеленых листовых овощах в момент времени t определяется преимущественно прямым загрязнением листовой поверхности овощей выпадениями из проходящего радиоактивного облака. Другие пути загрязнения листовых овощей в йодный период незначительны.

Поэтому концентрация ^{131}I в листовых овощах в момент времени t вследствие прямого загрязнения листовой поверхности радионуклидами описывается следующим выражением:

$$C_v(t) = \int_{t_0}^t \frac{f_{rv}}{Y_v} \cdot GD(\tau) \cdot \exp(-\lambda_v \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau, \quad (6.9)$$

где f_{irv} - коэффициент задержки ^{131}I листовыми овощами, отн. ед.;

Y_v – урожайность листовых овощей, кг м⁻²;

λ_v - эффективная скорость очистки листовых овощей от радионуклида за счет выветривания, роста и распада ^{131}I , сут⁻¹.

В связи с тем, что в период конец апреля – июнь 1986 г. ассортимент употребляемых листовых овощей был ограничен зеленым луком, шавелем, листовым салатом и укропом, параметры f_{irv} , Y_v , λ_v для этих культур приняты такими же, как для травы.

6.1 ПОСТУПЛЕНИЕ ^{131}I В ЩЖ С МОЛОКОМ

Для городских и сельских жителей имеются определенные различия в поступлении ^{131}I в ЩЖ с коровьим молоком, которые обусловлены различием источников поступления молока (частное хозяйство или торговая сеть), особенностями рационов питания. В частности, время выдержки продукции (TC_{ms}) от момента производства до момента начала потребления оказывается разным для городских и сельских жителей. Для сельских жителей значение TC_{mv} равно 0.25 сут., а для городских $TC_{mc}=1.5$ сут. [14]. Кроме того, загрязнение молока из частного хозяйства определяется загрязнением территории НП с его окрестностями, в пределах которых осуществляется выпас скота. Загрязнение молока из торговой сети обусловлено некоторым средним загрязнением территорий НП, которые осуществляют поставку молока на молокозавод, который в свою очередь после соответствующей переработки поставляют молоко в торговую сеть. В связи с этим при оценке поступления ^{131}I в ЩЖ с молоком из частного хозяйства (т.е. для сельских жителей) в расчетах по уравнениям (6.2) и (6.6) используются значения $GD(t)$, характеризующие данный НП, а для поступления ^{131}I в ЩЖ с молоком из торговой сети используются значения $GD(t)$, характеризующие в целом район, к которому относится город.

Поступление ^{131}I в ЩЖ с коровьим молоком определяется следующим выражением:

$$IF_{mas}(t) = K_b \cdot K_{po} \cdot C_m(t - TC_{ms}) \cdot e^{-\lambda \cdot TC_{ms}} \cdot V_{mas}, \quad (6.10)$$

где $IF_{mas}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в ЩЖ представителя возрастной группы a с коровьим молоком в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;

K_{po} – безразмерный коэффициент перехода ^{131}I из ЖКТ в кровь;

$C_m(t - TC_{ms})$ – концентрация ^{131}I в коровьем молоке в момент получения молока, Бк л $^{-1}$;

V_{mas} – суточное потребление коровьего молока представителем возрастной группы a , л сут $^{-1}$.

s – индекс, обозначающий принадлежность к городскому или сельскому НП.

Коэффициент перехода ^{131}I из ЖКТ в кровь равен 1 для всех возрастных групп [1].

6.2 ПОСТУПЛЕНИЕ ^{131}I В ЩЖ С МОЛОЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ

Для оценки поступления ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами используется информация об активности молока, которое было использовано для производства молочных продуктов. По результатам опроса нескольких тысяч жителей зон радиоактивного загрязнения в число основных молочных продуктов, которые потребляло население Беларуси в апреле-июне 1986 г., входили молочные супы и каши, кислое молоко, простокваша, творог и мягкие сыры, кефир, сметана, сливки. Для городских и сельских жителей нет существенной разницы в поступлении ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами, которые были бы обусловлены различиями технологий получения и доставки к потребителю готовой продукции. Поэтому для городских и сельских жителей даются единые оценки времени

выдержки продукции от момента получения молока до момента начала потребления молочных продуктов (TC_{mp}) и кулинарной подготовки (PF_{mp}).

При оценке поступления ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами ($C_{mp}(t)$) из частного хозяйства (т.е. для сельских жителей) в расчетах используются значения $GD(t)$, характеризующие данный НП, а для поступления ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами из торговой сети используются значения $GD(t)$, характеризующие в целом район, к которому относится город.

Поступление ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами определяется следующим выражением:

$$IF_{mpas}(t) = K_b \cdot K_{po} \cdot PF_{mp} \cdot C_m(t - TC_{mp}) \cdot e^{-\lambda \cdot TC_{mp}} \cdot V_{mpas}, \quad (6.11)$$

где $IF_{mpas}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в ЩЖ представителя возрастной группы a с молочными продуктами в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;

PF_{mp} – безразмерный коэффициент кулинарной обработки молочных продуктов;

$C_m(t - TC_{mp})$ – концентрация ^{131}I в коровьем молоке в момент получения молока, Бк л $^{-1}$;

TC_{mp} – время выдержки продукции от момента получения молока до момента начала потребления молочных продуктов, сут;

V_{mpas} – суточное потребление молочных продуктов представителем возрастной группы a , кг сут $^{-1}$.

Для всех регионов Беларуси принимается значение $PF_{mp} = 0.6$, а $TC_{mp} = 2$ сут [14].

6.3 ПОСТУПЛЕНИЕ ^{131}I В ЩЖ С ЛИСТОВЫМИ ОВОЩАМИ

Для городских и сельских жителей имеются различия в поступлении ^{131}I в ЩЖ с листовыми овощами примерно такие же, как и с потреблением молока. В частности, время выдержки продукции (TC_{vs}) от момента производства до момента потребления для сельских жителей практически равно нулю, в то время, как для городских жителей центральная оценка TC_{vs} равна одним суткам. Кулинарная обработка листовых овощей перед употреблением приводит к некоторому снижению активности ^{131}I в готовом к употреблению продукте. Доля активности, остающейся после кулинарной обработки в готовом продукте, как для сельских, так и для городских жителей составляет 0.8 согласно [13].

Поступление ^{131}I в ЩЖ с листовыми овощами в готовом к употреблению виде описывается следующим выражением:

$$IF_{va}(t) = K_b \cdot K_{po} \cdot PF_v \cdot C_v(t - TC_{vs}) \cdot e^{-\lambda \cdot TC_{vs}} \cdot V_{va}, \quad (6.12)$$

где $IF_{va}(t)$ – количество ^{131}I , поступившего в ЩЖ представителя возрастной группы a с листовыми овощами в момент времени t , Бк сут $^{-1}$;

PF_v – безразмерный коэффициент кулинарной обработки листовых овощей;

$C_v(t - TC_{vs})$ – концентрация ^{131}I в листовых овощах в момент получения продукции, Бк кг $^{-1}$;

TC_{vs} - время выдержки листовых овощей от момента производства до потребления, сут;

V_{va} – суточное потребление листовых овощей представителем возрастной группы a , кг сут $^{-1}$.

7 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ЩЖ

Оценка неопределенности результатов расчета доз облучения ЩЖ для представителей возрастных групп проводится с помощью метода Монте-Карло на основе вида функций и параметров распределения всех величин, использованных в расчетных формулах. При расчете неопределенностей должно быть разыграно не менее 1000 историй. В табл. 7.1 представлена информация, необходимая для расчета неопределенности дозовых оценок.

Таблица 7.1 Вид функций и параметров распределения величин, которые использованы в расчетных формулах

Параметр			Центральная оценка	Распределение	
Описание	Символ	Единицы		Тип	Параметры
Суточные выпадения ^{131}I	GD(t)	кБк м ⁻² сут ⁻¹	Вычисляется	Логнормальное	СГО=2.1
Скорость осаждения сухих выпадений	V _T	м/сут	600	Логнормальное	СГО=1.6
Эффективная скорость очистки травы	λ _g	сут ⁻¹	0.15	Треугольное	0.13–0.17
Урожайность пастбищной травы	Y _r	кг м ⁻²	Региональная зависимость	Треугольное	
Коэффициент задержки	f _{ir}	отн.ед.	Региональная зависимость	Логнормальное	СГО=2.1
Постоянная полураспада ^{131}I	λ _r	сут ⁻¹	0.0862	нет	константа
Масса загрязненной почвы на единицу площади пастбища	Y _e	кг м ⁻²	1	треугольное	0.5-1.5
Время выдержки овощей	TC _{vs}	сут	1 (для города)	треугольное	0.5-1.5
Коэффициент кулинарной обработки овощей	PF _v	отн.ед.	0.8	равномерное	0.6-1
Скорость перехода йода из пищи в молоко	λ _b	сут ⁻¹	1.0	треугольное	0.7-1.4
Коэффициент перехода из пищи коровы в молоко	TF _m	сут л ⁻¹	3 · 10 ⁻³	логнормальное	СГО=2.1

Продолжение таблицы 7.1

Суточное потребление травы	I_{gr}	кг сут ⁻¹	Региональная зависимость	равномерное	30 – 50
Суточное поступление почвы в организм коровы	I_{er_s}	%	1	треугольное	0.2-1.8
Время выдержки частного молока	TC_{mv}	сут	0.25	нет	константа
Время выдержки магазинного молока	TC_{mc}	сут	1.5	равномерное	1-2
Время выдержки молочных продуктов	TC_{mp}	сут	2	равномерное	1.5 - 3.5
Коэффициент кулинарной обработки для молочных продуктов	PF_{mp}	отн.ед.	0.6	равномерное	0.4-0.9
Коэффициент перехода ¹³¹ I из крови в ЩЖ	K_b	отн.ед.	0.3	треугольное	0.2-0.4
Коэффициент перехода ¹³¹ I из воздуха в кровь	K_l	отн.ед.	0.7	треугольное	0.5-0.9
Коэффициент перехода ¹³¹ I из ЖКТ в кровь	K_{lpo}	отн.ед.	1	нет	константа
Интенсивность дыхания	V_{ia}	м ³ сут ⁻¹	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.4
Суточное потребление листовых овощей	V_{va}	кг сут ⁻¹	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.4
Суточное потребление частного молока	V_{mas}	л сут ⁻¹	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.4
Суточное потребление магазинного молока	V_{mas}	л сут ⁻¹	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.4
Суточное потребление молочных продуктов	V_{mpas}	кг сут ⁻¹	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.4
Эффективная постоянная полувыведения из ЩЖ	λ_{tha}	сут ⁻¹	Зависит от возраста	нормальное	CV = 5%
Масса ЩЖ	m_a	кг	Зависит от возраста	логнормальное	СГО = 1.6
Средняя энергия, поглощаемая ЩЖ на один распад	E	Дж расп ⁻¹	$3.52 \cdot 10^{-14}$	треугольное	$3.2-3.84 \cdot 10^{-14}$

8 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТА ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЩЖ

Последовательность действий при выполнении вычислений поглощенной дозы облучения ЩЖ в соответствии с настоящими МУ поясняется на следующем примере. Расчет выполняется в предположении, что жители не покидали НП в йодный период.

8.1 Требуется рассчитать поглощенную дозу ЩЖ для взрослых жителей д. Высокая Кормянского района Гомельской области. Плотность загрязнения д. Высокая цезием-137, приведенная к 26.04.86 г., составляет 10 Ки/км^2 , то есть 370 кБк/м^2 .

8.1.1 Исходная информация для расчета поглощенной дозы ЩЖ жителей НП, относящихся к третьему региону согласно табл. А.6. следующая:

- отношение $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ на 26.04.86 г. $R = 6$;
- дата начала выпаса коров в 1986 г. – 1 мая;
- количество пастбищной травы, съедаемое коровой $A_{gr} = 40 \text{ кг сут}^{-1}$;
- урожайность пастбищной травы $Y_r = 0.53 \text{ кг м}^{-2}$.

8.1.2 Суточное потребление коровьего молока выбирается из табл. А.2.

8.1.3 Выпадения ^{131}I в НП начались 27 апреля 1986 г. согласно табл. А.5.

8.1.4 По формуле (6.3) вычисляется коэффициент задержки ^{131}I травой f_{tr} , который равен 0.076.

8.1.5 Суточное количество выпадений ^{131}I на поверхность почвы и травы определяется по формуле (5.3) с использованием данных табл. А.5:

27.04.86	$GD(2) = (0.6/1.13) \cdot 370 \cdot 6 = 1175 \text{ кБк/м}^2$
28.04.86	$GD(3) = (0.3613/1.13) \cdot 370 \cdot 6 = 707 \text{ кБк/м}^2$
29.04.86	$GD(4) = (0.0347/1.13) \cdot 370 \cdot 6 = 68 \text{ кБк/м}^2$
30.04.86	$GD(5) = (0.0033/1.13) \cdot 370 \cdot 6 = 6 \text{ кБк/м}^2$
01.05.86	$GD(6) = (0.0007/1.13) \cdot 370 \cdot 6 = 1 \text{ кБк/м}^2$

Для первых суток $GD(1) = 0$ согласно табл. А.5.

8.2 Функция поступления в ЩЖ ^{131}I по ингаляционному пути определяется согласно формуле (5.1) с учетом того, что эффективная скорость осаждения ^{131}I из радиоактивного облака на поверхность почвы для «сухих» выпадений $V_T = 600 \text{ м сут}^{-1}$, безразмерный коэффициент перехода ^{131}I из воздуха в кровь $K_l = 0.7$, безразмерный коэффициент перехода ^{131}I

из крови в ЩЖ $K_b = 0.3$, интенсивность дыхания взрослого равна $22.22 \text{ м}^3 \text{ сут}^{-1}$ (табл. П.1):

$$IF_{ia}(t) = 0.7 \cdot 0.3 \cdot \frac{GD(t)}{600} \cdot 22.22. \quad (8.1)$$

8.3. Содержание ^{131}I в молоке коровы, поступившего в организм животного со свежей пастбищной травой, вычисляется согласно формулам (6.1)-(6.4):

$$C_{gr}(t) = \frac{0.076}{0.53} \cdot \int_1^t GD(\tau) \cdot \exp(-0.15 \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau, \quad (8.2)$$

$$A_{gr}(t) = C_{gr}(t) \cdot 40, \quad (8.3)$$

$$C_{mg}(t) = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \int_6^t A_{gr}(\tau) \cdot 1.0 \cdot \exp(-1.0862 \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau. \quad (8.4)$$

8.4. Содержание ^{131}I в молоке коровы, поступившего в организм животного вместе с почвой, вычисляется согласно формулам (6.5)-(6.7):

$$C_{er}(t) = \frac{1 - 0.076}{1} \cdot \int_1^t GD(\tau) \cdot \exp(-0.086 \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau, \quad (8.5)$$

$$A_{er}(t) = C_{er}(t) \cdot 0.01 \cdot 40, \quad (8.6)$$

$$C_{me}(t) = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \int_6^t A_{er}(\tau) \cdot 1.0 \cdot \exp(-1.0862)(t - \tau) \cdot d\tau. \quad (8.7)$$

8.5. Функция поступления ^{131}I в ЩЖ с молоком коровы определяется согласно формуле (6.10):

$$IF_{mas}(t) = 0.3 \cdot 1 \cdot C_m(t - 0.25) \cdot \exp(-0.022) \cdot 0.5. \quad (8.8)$$

8.6. Содержание ^{131}I в зеленых листовых овощах вычисляется согласно формуле (6.9):

$$C_v(t) = \frac{0.076}{0.53} \cdot \int_1^t GD(\tau) \cdot \exp(-0.15 \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau. \quad (8.9)$$

8.7. Функция поступления ^{131}I в ЩЖ с листовыми овощами вычисляется согласно формуле (6.12):

$$IF_{va}(t) = 0.3 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot C_v(t) \cdot 0.5 \cdot 0.03. \quad (8.10)$$

8.8. Функция поступления ^{131}I в ЩЖ с молочными продуктами вычисляется согласно формуле (6.11):

$$IF_{mras}(t) = 0.3 \cdot 1 \cdot 0.6 \cdot C_m(t-2) \cdot \exp(-0.172) \cdot 0.260. \quad (8.11)$$

8.9. Доза внутреннего облучения ЩЖ йодом ^{131}I определяется по формуле (4.1) за временной интервал ΔT - 70 дней:

$$D_a = \frac{8.64 \cdot 10^4 \cdot 3.52 \cdot 10^{-14}}{20} \cdot \int_1^{70} \int_1^t (IF_{ma}(\tau) + IF_{mras}(\tau) + IF_{va}(\tau) + IF_{ia}(\tau)) \cdot e^{-0.095 \cdot \tau} \cdot d\tau \cdot dt = 0.03 \text{ Гр} \quad (8.12)$$

Вычисление интегралов может выполняться методом Симпсона.

Возможные осложнения и ошибки при выполнении и пути их устранения:

При точном соблюдении всех этапов реконструкции доз облучения щитовидной железы ошибки исключены.

Литература:

1. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part I: A report of Task Group of Committee 2 of the International Commission on Radiological Protection. Publication 56/International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1990. - 122 p.
2. Руководство по оценке доз облучения щитовидной железы при поступлении радиоактивных изотопов йода в организм человека. Энергоатомиздат. М., 1988.
3. Миненко В.Ф. Анализ результатов опроса субъектов Белорусско-Американского проекта "Исследование рака и других заболеваний ЩЖ в Беларуси после чернобыльской катастрофы". Доклад на 6 Украинско-Белорусско-Российском совещании по дозиметрии ЩЖ. Киев. 2001.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). Минск, 2000.

5. Human respiratory tract model for radiological protection. ICRP Publication 66. // Annals of the ICRP. – Vol.24, No.1-3, 1993.
6. Махонько К.П., Козлова Е.Г., Волокитин А.А. Динамика накопления радиойода на почве и реконструкция доз от его излучения на территории, загрязненной после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск. Москва - Обнинск, 1996. - Вып.7. - С.140 - 191.
7. Радиологические аспекты животноводства (последствия и контрмеры после катастрофы на Чернобыльской АЭС), Р.Г. Ильязов, Р.М. Александрин, Н.А.Корнеев, А.И.Сироткин и др., Под общ. ред. Р.Г. Ильязова. – Гомель: «Полеспечать», 1996. – 179 с.
8. Radionuclides transformations: Energy and intensity of emissions. ICRP Publication 38. // Annals of the ICRP. – Vols.11-13, 1983.
9. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Publication 30/International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1979.
10. Израэль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А., Петров В.Н., Ровинский Ф.Я., Стукин Е.Д. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1990.
11. BIOMOVIS. Technical report. Scenario A4. Multiple model testing using Chernobyl fallout data of I-131 in forage and milk and Cs-137 in forage, milk, beef and grain. March 1991.
12. Миненко В.Ф. Внесение изменений в методические указания «Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь» Отчет о НИР.Минск. 2006.
13. Muller H.; Prohl G. ECOSYS-87: A dynamic model for assessing radiological consequences of nuclear accidents. Health Phys, 64:232-252; 1993.
14. Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь. Методические указания. Минск. 2003 г.

Таблица А.1. Возрастная зависимость параметров, использованных для расчета содержания и дозы облучения йода-131 в ЩЖ

Возраст,	Масса ЩЖ, кг 10 ⁻³	Биологическая постоянная полувыведения ¹³¹ I из ЩЖ, сут ⁻¹	Интенсивность дыхания, м ³ сут ⁻¹
лет	<i>m</i>	λ_{th}	V_{ia}
0-1	1.3	0.062	2.86
1-2	1.8	0.046	5.17
2-7	2.3	0.028	8.72
7-12	7.9	0.012	14.2
12-17	12.4	0.010	20.11
более 17	20.0	0.009	22.22

Таблица А.2. Потребление молока (л/день)

Возраст, лет	Сельские	Городские
0-1	0.24	0.30
1-2	0.30	0.22
2-7	0.30	0.20
7-12	0.50	0.25
12-17	0.51	0.25
более 17	0.50	0.20

Таблица А.3. Потребление молочных продуктов (г/день).

Возраст, лет	Сельские	Городские
0-1	10	70
1-2	75	130
2-7	85	145
7-12	190	175
12-17	230	180
более 17	260	180

Таблица А.4. Потребление листовых овощей (г/день)

Возраст, лет	Сельские	Городские
0-1	0	0
1-2	3	3
2-7	6	7
7-12	20	18
12-17	28	25
более 17	30	25

Таблица А.5. Динамика суточных выпадений ^{131}I по регионам Беларуси

Дата	Ежедневная доля, $\eta(t)$, от общего количества выпадений ^{131}I в регионе, сут $^{-1}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26 апреля 1986 г.	1.00	0.1887	0.0000	0.0121	0.0017	0.0017	0.0020	0.0017	0.0527	0.0150
27 апреля		0.3723	0.6000	0.0072	0.2112	0.2112	0.4953	0.0097	0.4066	0.0017
28 апреля		0.2580	0.3613	0.6014	0.4124	0.4124	0.3706	0.3480	0.3153	0.0090
29 апреля		0.0800	0.0347	0.3400	0.1668	0.1668	0.0810	0.2903	0.1203	0.0283
30 апреля		0.0330	0.0033	0.0235	0.0527	0.0527	0.0183	0.1300	0.0510	0.2458
1 мая		0.0223	0.0007	0.0035	0.0524	0.0524	0.0077	0.0607	0.0170	0.2767
2 мая		0.0250		0.0011	0.0260	0.0260	0.0044	0.0207	0.0043	0.1299
3 мая		0.0137		0.0016	0.0150	0.0150	0.0028	0.0120	0.0027	0.0363
4 мая		0.0053		0.0012	0.0067	0.0067	0.0015	0.0080	0.0030	0.0516
5 мая		0.0017		0.0007	0.0057	0.0057	0.0010	0.0047	0.0017	0.0463
6 мая				0.0006	0.0057	0.0057	0.0010	0.0033	0.0005	0.0509
7 мая				0.0048	0.0297	0.0297	0.0097	0.0743	0.0167	0.0789
8 мая и позднее				0.0023	0.0140	0.0140	0.0047	0.0367	0.0083	0.0296
Итого	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Таблица А.6. Параметры для расчета дозы облучения ЩЖ

Регион	Область	Район	Отношение $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ на 26.04.86	Дата начала выпаса	Количество пастбищной травы, $I_{\text{гр}}$, кг сут $^{-1}$	Урожайность травы, $Y_{\text{г}}$, кг м $^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7
9	БРЕСТСКАЯ	БАРАНОВИЧСКИЙ	13	29.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	БЕРЕЗОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	Г. БРЕСТ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	БРЕСТСКИЙ	13	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ГАНЦЕВИЧСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ДРОГИЧИНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ЖАБИНКОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ИВАНОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ИВАЦЕВИЧСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	КАМЕНЕЦКИЙ	13	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	КОБРИНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
7	БРЕСТСКАЯ	ЛУНИНЕЦКИЙ	16	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ЛЯХОВИЧСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	МАЛОРИТСКИЙ	13	25.04.86	40	0.53
7	БРЕСТСКАЯ	ПИНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
9	БРЕСТСКАЯ	ПРУЖАНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
7	БРЕСТСКАЯ	СТОЛИНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
10	ВИТЕБСКАЯ	БЕШЕНКОВИЧСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	БРАСЛАВСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ВЕРХНЕДВИНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	Г. ВИТЕБСК	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ВИТЕБСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ГЛУБОКСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4

Продолжение таблицы А.6

1	2	3	4	5	6	7
10	ВИТЕБСКАЯ	ГОРОДОКСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ДОКШИЦКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ДУБРОВЕНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ЛЕПЕЛЬСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ЛИОЗНЕНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	МИОРСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ОРШАНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ПОЛОЦКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ПОСТАВСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	РОССОНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	СЕННЕНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ТОЛОЧИНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	УШАЧСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ЧАШНИКСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ШАРКОВЩИНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
10	ВИТЕБСКАЯ	ШУМИЛИНСКИЙ	10	05.05.86	40	0.4
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	БРАГИНСКИЙ	12	25.04.86	40	0.53
1	ГОМЕЛЬСКАЯ	БРАГИНСКИЙ (30-км)	15	25.04.86	40	0.53
3	ГОМЕЛЬСКАЯ	БУДА-КОШЕЛЕВСКИЙ	7	27.04.86	40	0.53
3	ГОМЕЛЬСКАЯ	ВЕТКОВСКИЙ	8	28.04.86	40	0.53
4	ГОМЕЛЬСКАЯ	Г. ГОМЕЛЬ	7	28.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	ГОМЕЛЬСКИЙ	7	27.04.86	40	0.53
3	ГОМЕЛЬСКАЯ	ДОБРУШСКИЙ	8	27.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЕЛЬСКИЙ	7	25.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЖИТКОВИЧСКИЙ	16	25.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЖЛОБИНСКИЙ	13	28.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	КАЛИНКОВИЧСКИЙ	12	25.04.86	40	0.53
3	ГОМЕЛЬСКАЯ	КОРМЯНСКИЙ	6	01.05.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЛЕЛЬЧИЦКИЙ	11	25.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЛОЕВСКИЙ	26	25.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	МОЗЫРСКИЙ	7	25.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	НАРОВЛЯНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
1	ГОМЕЛЬСКАЯ	НАРОВЛЯНСК.(30-км)	15	25.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	ОКТЯБРЬСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	ПЕТРИКОВСКИЙ	16	25.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	РЕЧИЦКИЙ	27	25.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	РОГАЧЕВСКИЙ	12	29.04.86	40	0.53
5	ГОМЕЛЬСКАЯ	СВЕТЛОГОРСКИЙ	15	28.04.86	40	0.53
1	ГОМЕЛЬСКАЯ	ХОЙНИКСКИЙ (30-км)	15	25.04.86	40	0.53
2	ГОМЕЛЬСКАЯ	ХОЙНИКСКИЙ	15	25.04.86	40	0.53
3	ГОМЕЛЬСКАЯ	ЧЕЧЕРСКИЙ	6	30.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	БЕРЕСТОВИЦКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ВОЛКОВЫССКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ВОРОНОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ГРОДНЕНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	Г. ГРОДНО	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ДЯТЛОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ЗЕЛЬВЕНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ИВЬЕВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	КОРЕЛИЧСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ЛИДСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	МОСТОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	НОВОГРУДСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53

Продолжение таблицы А.6

1	2	3	4	5	6	7
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ОСТРОВЕЦКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ОШМЯНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	СВИСЛОЧСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	СЛОНИМСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	СМОРГОНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	ГРОДНЕНСКАЯ	ЩУЧИНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.5
8	МИНСК	Г. МИНСК	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	БЕРЕЗИНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	БОРИСОВСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	ВИЛЕЙСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	ВОЛОЖИНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	ДЗЕРЖИНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	КЛЕЦКИЙ	14	30.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	КОПЫЛЬСКИЙ	14	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	КРУПСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	ЛОГОЙСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	ЛЮБАНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	МИНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	МОЛОДЕЧНЕНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.45
9	МИНСКАЯ	МЯДЕЛЬСКИЙ	15	25.04.86	40	0.5
9	МИНСКАЯ	НЕСВИЖСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	МИНСКАЯ	ПУХОВИЧСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	МИНСКАЯ	СЛУЦКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	МИНСКАЯ	СМОЛЕВИЧСКИЙ	15	25.04.86	40	0.5
9	МИНСКАЯ	СОЛИГОРСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	МИНСКАЯ	СТАРОДОРОЖСКИЙ	14	25.04.86	40	0.53
9	МИНСКАЯ	СТОЛЬЦОВСКИЙ	14	25.04.86	40	0.5
9	МИНСКАЯ	УЗДЕНСКИЙ	14	25.04.86	40	0.5
9	МИНСКАЯ	ЧЕРВЕНСКИЙ	15	25.04.86	40	0.5
5	МОГИЛЕВСКАЯ	БЕЛЫНИЧСКИЙ	15	03.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	БОБРУЙСКИЙ	15	29.04.86	40	0.45
3	МОГИЛЕВСКАЯ	БЫХОВСКИЙ	11	01.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ГЛУССКИЙ	8	28.04.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ГОРЕЦКИЙ	7	04.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ДРИБИНСКИЙ	7	04.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КИРОВСКИЙ	16	30.04.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КЛИМОВИЧСКИЙ	4	01.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КЛИЧЕВСКИЙ	16	01.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КОСТЮКОВИЧСКИЙ	6	02.05.86	40	0.45
3	МОГИЛЕВСКАЯ	КРАСНОПОЛЬСКИЙ	8	01.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КРИЧЕВСКИЙ	13	03.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	КРУГЛЯНСКИЙ	15	04.05.86	40	0.45
6	МОГИЛЕВСКАЯ	Г. МОГИЛЕВ	8	03.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	МОГИЛЕВСКИЙ	10	03.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	МСТИСЛАВСКИЙ	10	03.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ОСИПОВИЧСКИЙ	15	30.04.86	40	0.45
3	МОГИЛЕВСКАЯ	СЛАВГОРОДСКИЙ	6	01.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ХОТИМСКИЙ	15	02.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ЧАУССКИЙ	7	02.05.86	40	0.45
3	МОГИЛЕВСКАЯ	ЧЕРИКОВСКИЙ	5	04.05.86	40	0.45
5	МОГИЛЕВСКАЯ	ШКЛОВСКИЙ	8	04.05.86	40	0.45